



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns

**Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Instituto Chico Mendes de
Conservação da Biodiversidade- PIBIC/ICMBio**

Relatório de Final

(2016-2017)

**AVALIAÇÃO DA OCORRÊNCIA DE FOCOS DE CALOR NA
RESERVA EXTRATIVISTA TAPAJÓS-ARAPIUNS NO PERÍODO DE
2009 À 2016.**

Nome do Estudante de IC: Vanessa Sousa Gomes

Orientador(a): Cleiton Adriano Signor

Santarém - Pará

Junho, 2017.

RESUMO

É amplamente conhecido que os incêndios florestais provocam grandes danos ambientais, econômicos e sociais em uma área, e quanto ao uso do fogo sobre áreas protegidas, o efeito deve ser estudado de forma criteriosa. Diante desse contexto o presente estudo objetivou avaliar a ocorrência e distribuição espacial de focos de calor no interior da Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns nos anos de 2009 a 2016. Para abordar a quantidade dos focos de calor, foram feitas observações referentes aos anos monitorados, por meio dos satélites utilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Para obter informações a respeito do uso da terra, foram avaliados autorizações de abertura de áreas para roçado e desmatamento fornecidos pela gestão da unidade de conservação. A incidência de focos de calor nos oito anos monitorados apresentou dinâmica diferente entre os anos mas, contudo, valores crescente neste período. Em 2015 houve a maior ocorrência de focos, fato atribuído a diversos fatores como influência antrópica das comunidades, fatores ambientais como seca intensa e, ainda, aspectos administrativas relativo à gestão da unidade e escassez de recursos para ações de prevenção e fiscalização. O número de autorizações emitidas pelo órgão gestor destaca-se o ano de 2010 onde teve seu recorde de área solicitada de 3194,25 hectares, valor esse atribuído ao fato de ter sido o primeiro ano de implantação do sistema de autorizações. Já das variáveis climáticas observou que a temperatura e a umidade tem correlação forte no número de focos, onde tem influência direta sobre a incidência de incêndios.

Palavra-chave: Zoneamento, Fogo, Áreas Protegidas.

ABSTRACT

It is widely known that forest fires cause great environmental, economic and social damages in an area, and as for the use of fire on protected areas, the effect must be studied in a judicious way. In this context, the present study aimed to evaluate the occurrence and spatial distribution of heat sources within the Tapajós-Arapiuns Extractive Reserve from the years 2009 to 2016. To address the number of heat sources, observations were made regarding the years monitored, Satellites used by the National Institute for Space Research (INPE). For information on land use, authorizations to open areas for clearing and deforestation provided by management of the conservation unit were evaluated. The incidence of heat sources in the eight monitored years presented different dynamics among the years but, nevertheless, increased values in this period. In 2015 there was a greater occurrence of outbreaks, a fact attributed to several factors such as anthropic influence of the communities, environmental factors such as intense drought and administrative aspects related to the management of the unit and scarce resources for prevention and inspection actions. The number of authorizations issued by the managing body stands out for the year 2010 where it had its requested area record of 3194.25 hectares, a value attributed to the fact that it was the first year of implementation of the authorization system. As for the climatic variables, it was observed that temperature and humidity have a strong correlation in the number of foci, where it has a direct influence on the incidence of fires.

Keyword: Zoning, Fire, Protected Areas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da Área de Estudo.....	7
Figura 2. Mapa de densidade de focos calor (estimativa de densidade de Kernel), de 2013 a 2016 para a Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, Pará.	10
Figura 3. Distribuição espacial dos focos de calor na área de zoneamento da Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns.....	11
Figura 4. Análise mensal dos focos de calor no período de 2009 à 2016 na Reserva Extrativista Tapajós- Arapiuns.	12
Figura 5. Correlação dos níveis de desmatamento com o número de focos de calor de 2009 à 2014.....	13
Figura 6. Total de área solicitada para renovação e abertura de roçado em ha.....	13
Figura 7. Total de áreas (ha) solicitadas para renovação e abertura de roçado em comunidades localizadas nas margens dos rios Tapajós e Arapiuns, na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns.	14

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis climáticas e focos de calor nos anos de 2009 a 2016 na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns.....	15
---	----

Sumário

INTRODUÇÃO	6
OBJETIVOS.....	7
Geral	7
Específico	7
MATERIAL E MÉTODOS	7
RESULTADOS	9
DISCUSSÃO.....	15
CONCLUSÃO	18
RECOMENDAÇÕES PARA O MANEJO.....	19
AGRADECIMENTOS.....	20
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	20

INTRODUÇÃO

Os incêndios florestais acarretam uma série de danos econômicos, ambientais, paisagísticos e sociais a uma área, principalmente quando referente a áreas protegidas existentes no país (FIEDLER *et al.*, 2006). O fogo é um grande atuante para modificar os ecossistemas, onde seu regime pode ser caracterizado pelo grau de alteração no ambiente que depende da intensidade, duração, frequência e vulnerabilidade da área atingida pelo incêndio (TEBALDI *et al.*, 2013).

Segundo Gonçalves (2012), o desmatamento e as queimadas são duas das maiores questões ambientais enfrentadas pelo Brasil atualmente. Embora as mesmas sejam distintas, são práticas tradicionalmente associadas, pois, em sequência a derrubada da vegetação, quase sempre há a queima do material vegetal.

Quando o tema em questão é a ação do fogo sobre as áreas naturais protegidas, o efeito avaliado sobre as extensões devem ser estudados de forma criteriosa para estabelecer ações de manejo que propiciem a melhor forma de recuperação do ambiente modificado (FIEDLER *et al.*, 2006). No que concerne à agricultura praticada na Amazônia, a de subsistência é predominante para a maioria dos pequenos agricultores, para Figueira (2014) o fogo é empregado na agricultura no final do pousio, quando a vegetação secundária que cresce após o período de cultivo (capoeira) é cortada, seca e queimada. As cinzas resultantes da queima são utilizadas como adubo e corretivo de acidez, uma vez que é rico em nutrientes acumulados pela vegetação, o que acaba tornando a prática de corte e queima na agricultura uma ferramenta de manejo eficiente e economicamente viável.

É notório que os incêndios florestais diferem das queimadas, pela sua equivalência de estragos gerados e impactos ecológicos e sociais que eles desencadeiam. Diante desse contexto, para se definir uma política eficiente de prevenção contra incêndios florestais e queimadas agropastoris, é necessário conhecer a dinâmica de ocorrência, a distribuição geográfica e as razões atribuídas para o uso do fogo no manejo de áreas.

A Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns (RTA) é considerada uma das maiores Unidades de Conservação no Brasil. Seu modo de vida tradicional está baseado, em maior parte, na prática do extrativismo, agricultura familiar de subsistência, pecuária e pesca artesanal. Por este motivo se torna imprescindível saber a época de maior incidência de incêndios na unidade, o que irá permitir estruturar programas de prevenção e combate para auxiliar a gestão da RTA.

OBJETIVOS

Geral

O presente estudo tem como objetivo analisar a distribuição espacial e ocorrência de focos de calor na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns (RTA) e sua relação com variáveis ambientais e sociais no período de 2009 a 2016.

Específico

- Identificar a distribuição e áreas de maior incidência de focos de calor na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns.
- Correlacionar a incidência de focos de calor com o desmatamento.
- Avaliar a relação das variáveis climáticas com a ocorrência de focos de calor nos anos de monitoramento.

MATERIAL E MÉTODOS

A Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns está localizada, nos municípios de Santarém e Aveiro (Figura 1), possui uma área de 647 mil hectares, população de 23 mil moradores distribuídas em 74 comunidades (Nº da Autorização no SISBIO - 59519). O entorno da RTA é limitada pelos rios Tapajós, Arapiuns, Maró e Inanbú. O clima da região, segundo a classificação de Koopen é do tipo Ami, equatorial continental megatérmico úmidos, com três a seis meses de seca e a temperatura média no entorno de 27°C (ICMBio, 2014).

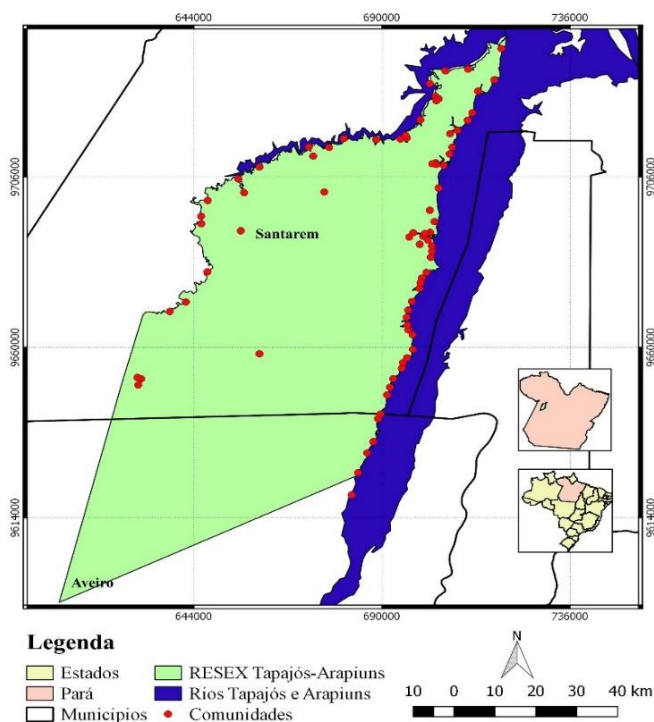


Figura 1. Localização da Área de Estudo.

Os focos de calor foram obtidos através do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2017), para o período de 01/01/2009 a 31/12/2016. Estes dados são gerados a partir de imagens de sensores abordo dos satélites polares da série EOS (AQUA), escolhido devido sua resolução espacial (km) ser 1x1, frequência temporal 2x2 horas/dia e seu canal termal 20 ser 3,66-3,84 um (GONTIJO et. al., 2011), que torna este satélite referência para este tipo de dado. Por ser de órbita polar e, assim, se deslocar no sentido norte-sul, o satélite AQUA tem menor distância da terra e, desta forma, se aproxima mais da terra captando, com maior precisão as informações (Liu, 2007). Além de obter informações com qualidade, segundo o INPE (2011) o satélite EOS (AQUA) fornecem dados diários de focos detectados, onde são utilizados para compor uma série temporal ao longo dos anos e assim permitir a análise de tendências nos números de focos para a mesma região nos períodos de interesse.

A obtenção dos dados de desmatamento, feita por meio da plataforma de Programa de Cálculo de Desmatamento (PRODES), para o período de 01/01/2009 a 31/12/2016. Segundo o INPE (2017) o PRODES utiliza imagens de satélites da classe Landsat, com resolução espacial de 20 a 30 metros e taxa de revisita de 16 dias, onde busca minimizar o problema da cobertura de nuvens e garantir critérios de interoperabilidade.

Para avaliar a influência dos fatores climáticos sobre os focos de calor, ao longo do período de oito anos, foi calculada a correlação entre o número de focos mensal a partir do segundo semestre do ano e as variáveis climáticas (temperatura média, precipitação pluviométrica, umidade relativa, velocidade do vento, isolamento, pressão e nebulosidade) neste período. A análise estatística utilizada foi a correlação de Pearson, segundo Schultz & Schultz (1992) é um método usualmente conhecido para medir a correlação entre duas variáveis, também conhecido como Coeficiente de Correlação do Momento Produto. Este foi o primeiro método de correlação, estudado por Francis Galton e seu aluno Karl Pearson, em 1897, onde este coeficiente de correlação é utilizado na Análise de Componente Principais, Análise Fatorial, Análise de Confiabilidade, entre outras.

Para a obtenção de valores para variáveis ambientais (Anexo D) foram consultados os dados disponibilizados mensalmente pela Agência Nacional de Água (ANA) através do Sistema de Informações Hidrológicas (Hidroweb) e do Instituto nacional de Meteorologia (INMET), através do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) para estações geograficamente mais próximas das áreas de pesquisa.

Os dados de autorização de renovação e abertura de novas áreas de roçados (Anexo B) foram obtidos no Banco de dados do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

(ICMBio). As informações foram observadas por comunidade considerando o número de solicitações, de áreas (hectares) e o tipo de vegetação.

Após a obtenção dos dados secundários sobre focos de calor e o número de autorizações emitidas para roçado, o trabalho foi conduzido considerando as seguintes etapas: a) Etapa 1: estimativa de Densidade de Kernel (Programa QGIS 2.18.7) para fornecer mapas de calor sobre toda extensão da RTA; b) Etapa 2: identificação de áreas de maior concentração de focos de calor, no período de 2009 a 2016; c) Etapa 3: tabulação dos dados de desmatamento para avaliação da relação de focos de calor através de análise gráfica; d) Etapa 4: tabulação dos dados de licenciamento para renovação e abertura de novas áreas para roçado das 74 comunidades no período de 2009 a 2016 em programa Excel versão 2013 fornecidos pelo ICMBio; e) Etapa 5: correlação dos focos de calor com as variáveis climáticas foram compiladas e analisadas em programa Excel versão 2013.

RESULTADOS

O Mapa de Densidade de Kernel (Figura 2) apresenta o resultado da interpolação dos focos de calor, onde se observa a intensidade pontual destes na área de estudo, estimando assim a sua densidade. Os anos que se destacaram foram 2013 a 2016, onde houve um maior número de focos na unidade. A maior densidade de focos de calor (identificada no mapa com tons avermelhados e alaranjados), correspondente de 3 a 4 focos de calor por km², foi encontrada nas margens da unidade situadas no Baixo Rio Arapiuns e no Médio Rio Tapajós. No ano de 2013, houve, no entanto, uma maior concentração de alta densidade de focos de calor ao longo do território da RTA (Figura 2) não estando restritas somente as margens da unidade. Já as classes baixa e muito baixa de densidade de Kernel (0 e 1 focos/km²), representadas no mapa pelas tonalidades azul e verde claro, aparecem de forma mais abrangente na unidade e no entorno das áreas de maior ocorrência de focos.

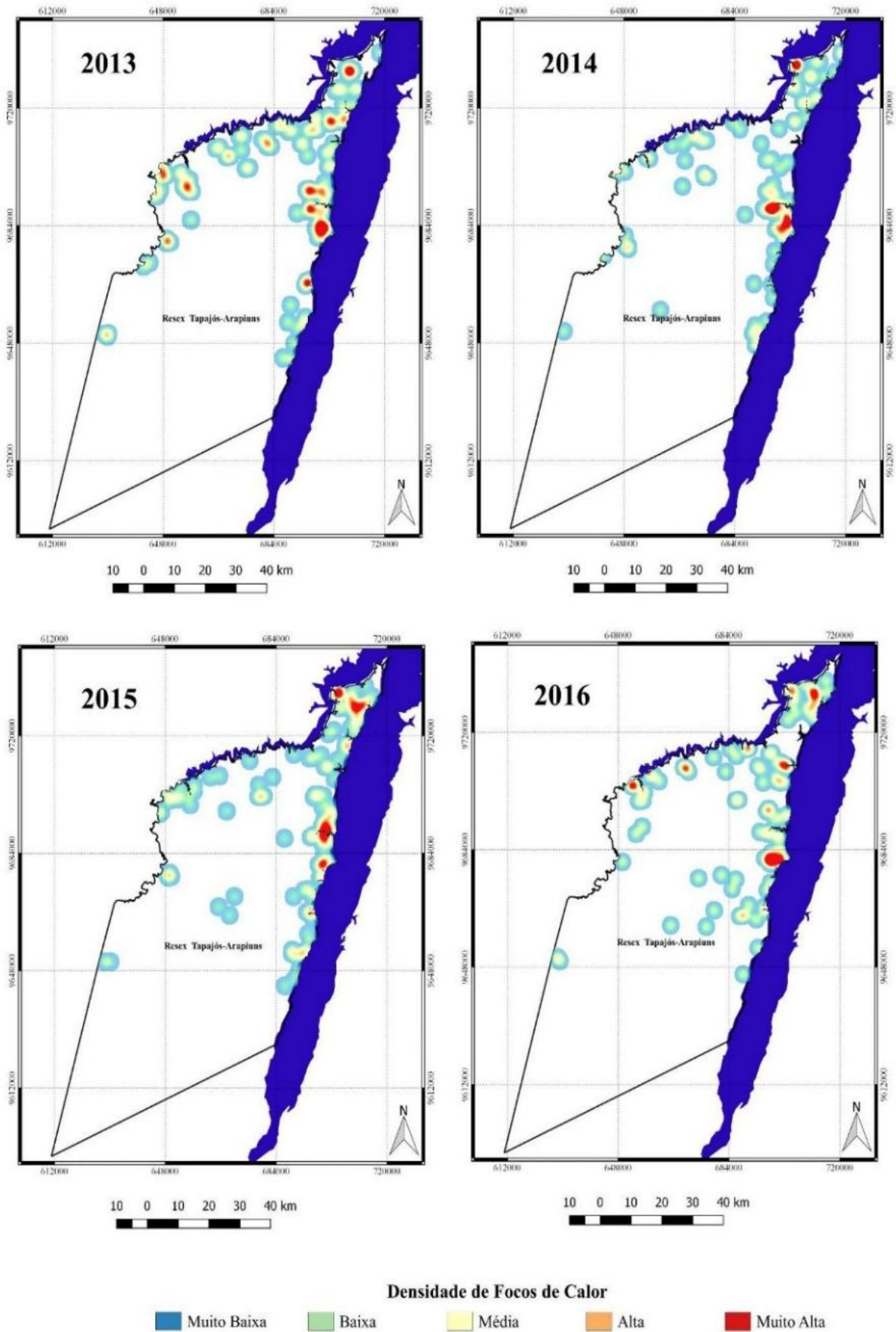


Figura 2. Mapa de densidade de focos calor (estimativa de densidade de Kernel), de 2013 a 2016 para a Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, Pará.

Observa-se que a densidade de focos de calor nos anos em destaque (2013 a 2016) se concentra na zona habitacional das comunidades (Figura 3). Esta constatação indica que um dos possíveis fatores que tem influência sobre o número de focos é a ação antrópica na área principalmente pela prática do fogo como ferramenta de manejo agrícola e pastoril. É possível observar também que as áreas que se concentram grande parte da densidade dos focos estão localizadas na região do médio Tapajós onde se concentra o maior número de comunidades o que parece ter favorecido a incidência de focos de calor.

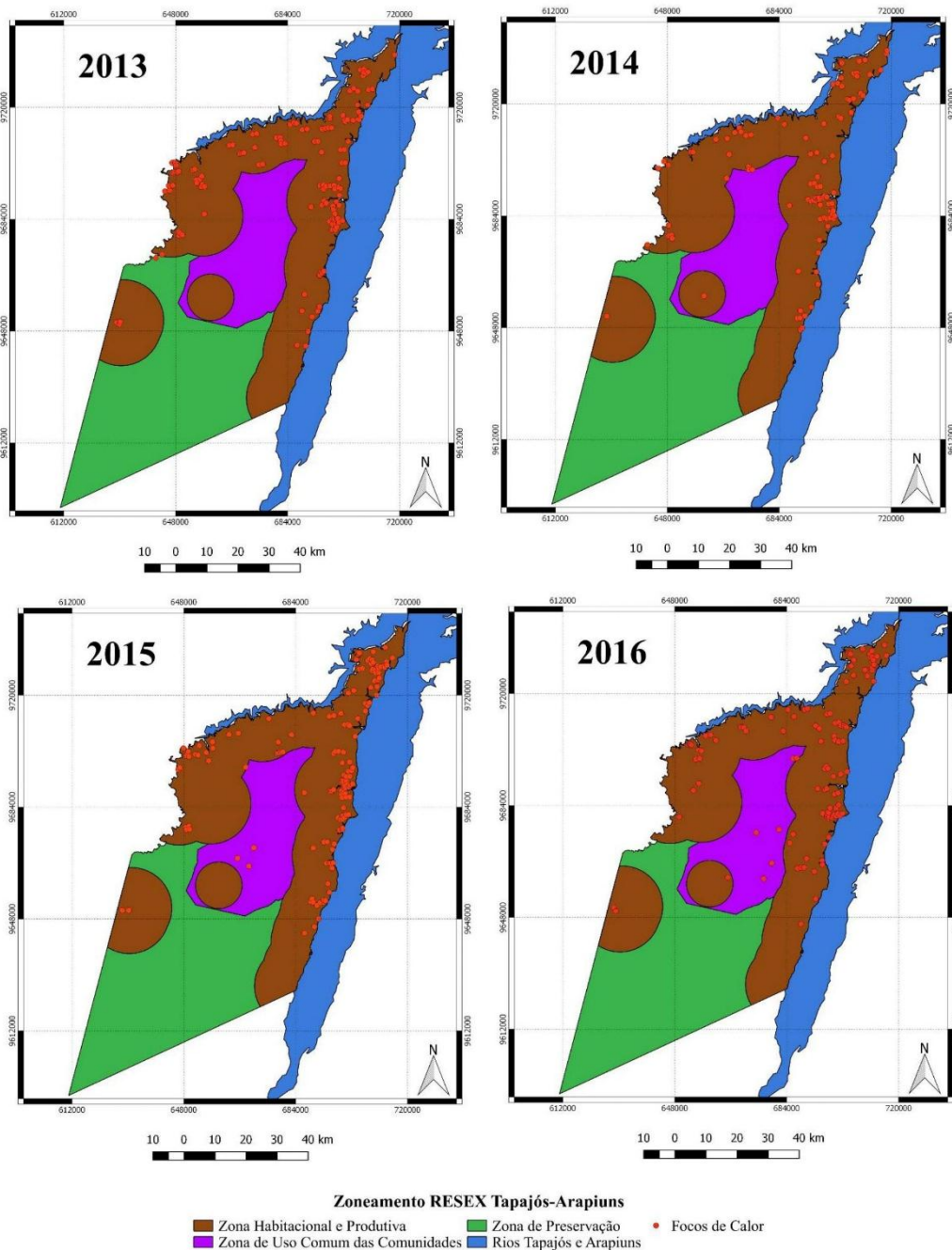


Figura 3. Distribuição espacial dos focos de calor na área de zoneamento da Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns.

Após a tabulação dos dados obtidos no site do INPE foram identificados 836 focos de calor (2009 à 2016) registrados pelo satélite EOS (AQUA) no interior da RTA. Constatou-se uma dinâmica anual similar no número dos focos de calor ao longo dos oito anos avaliados (Figura 4). Destaca-se a concentração de ocorrências de focos nos meses de agosto à dezembro com os maiores valores nos meses de outubro e novembro, meses esses tipicamente mais secos na região de estudo. Após esses meses há uma redução no número de incidências de focos devido ao início da estação chuvosa na região que perdura de janeiro a julho onde o total acumulado da precipitação nos anos monitorados foi de 13566,1 mm e sua média mensal de 90,5 mm (INMET, 2017).



Figura 4. Análise mensal dos focos de calor no período de 2009 à 2016 na Reserva Extrativista Tapájos- Arapiuns.

Realizou-se também a correlação dos níveis de desmatamento dentro da RTA, com o número de focos de calor por ano. No entanto, pode-se apenas comparar os anos de 2009 a 2014, devido à plataforma PRODES não ter disponibilizado os dados de desmatamento dos anos de 2015 a 2016. Os níveis de desmatamento e a incidência de focos de calor não assumem a mesma proporção nos anos de análise (Figura 5).

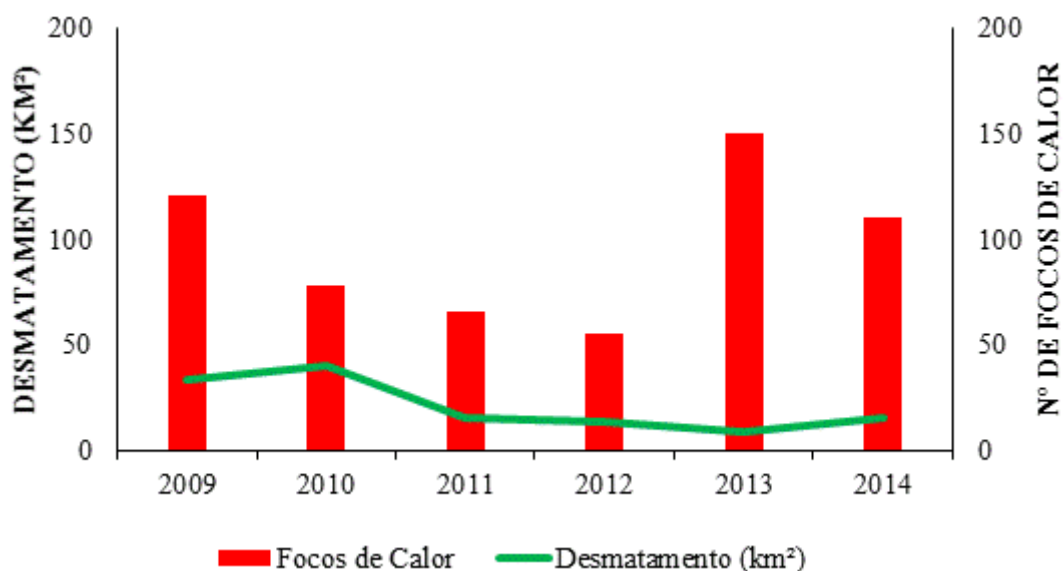


Figura 5. Correlação dos níveis de desmatamento com o número de focos de calor de 2009 à 2014.

Com a análise das autorizações para abertura e renovação de roçado, emitidas pelo órgão gestor da unidade, foi possível quantificar o total de área (ha) autorizada para queima controlada na agricultura familiar nos referidos anos de monitoramento. Observa-se que no ano de 2010 houve um total de 3.194,2 hectares solicitados para queima (Figura 6) sendo o ano de maior demanda de acordo com as solicitações requeridas pelos moradores da RTA.

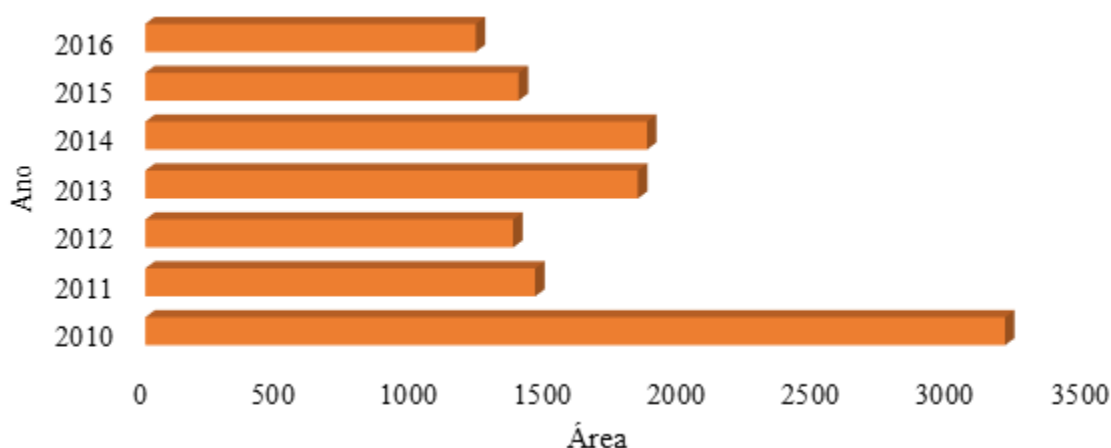


Figura 6. Total de área solicitada para renovação e abertura de roçado em ha.

Considerando o fato das comunidades estarem localizadas às margens dos rios Tapajós e Arapiuns realizou-se uma comparação entre as comunidades que pertencem a cada rio e

observou-se que as famílias que vivem na margem do rio Tapajós tiveram um total maior de área solicitada para queimada (Figura 7). Este valor pode ser explicado devido ao número maior de comunidades localizadas as margens do rio Tapajós um total de 49, além de apresentarem hábito cultural mais marcante de trabalhar com a agricultura, pois há escassez de espécies madeireiras de interesse comercial devido a presença de grandes empresas madeireiras na área antes da criação da unidade. Este fator difere das comunidades do rio Arapiuns onde a maior disponibilidade do recurso madeireiro e não-madeireiro no incremento renda das famílias, que tem mais dificuldade em se comercializar os produtos provenientes da agricultura, uma vez que são reféns de atravessadores, optam em apenas plantar para acrescentar na alimentação das famílias. Diante disso as famílias que vivem as margens do rio tapajós acabam requerendo áreas maiores para a prática de suas atividades, o que totaliza 8.274,5 hectares.

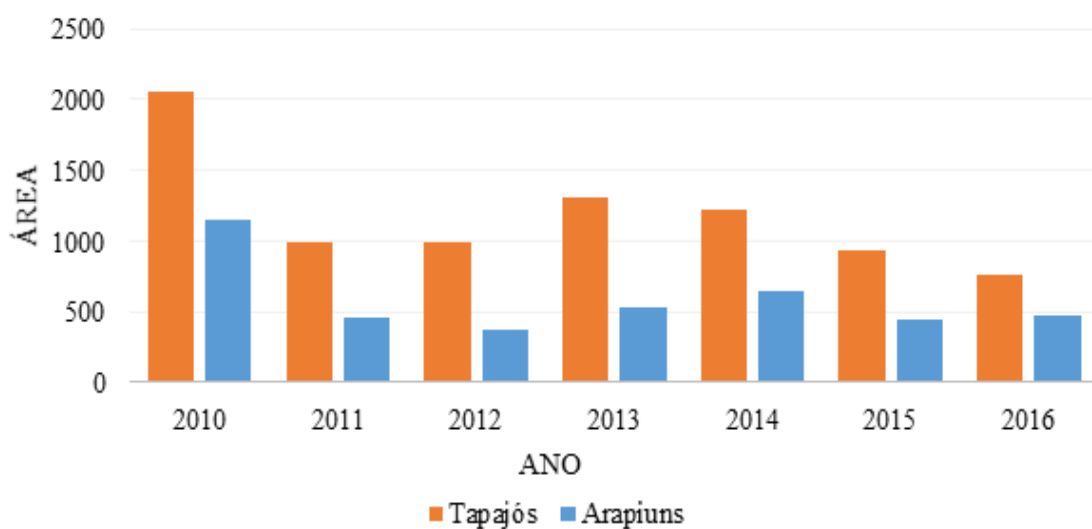


Figura 7. Total de áreas (ha) solicitadas para renovação e abertura de roçado em comunidades localizadas nas margens dos rios Tapajós e Arapiuns, na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns.

Já na Tabela 1 são apresentados os valores das correlações simples de Pearson entre as variáveis climáticas com o número de focos de calor e seus respectivos anos, foram considerados apenas os valores acima de $0,5 < r < 0,8$ (Fraca Positiva) e $-0,5 < r < -0,8$ (Moderada Negativa). Foi observado que a variável climática temperatura afeta a ocorrência de focos de calor, apresentando uma correlação moderada e forte positiva (Tabela 1) o que infere, principalmente, no potencial de propagação dos incêndios florestais indicando que quanto maior a temperatura maior o número de focos. Já as correlações de umidade no presente trabalho foram inversamente proporcionais aos focos de calor, ou seja, quanto maior a umidade, menor será o número de focos de calor.

Tabela 1. Coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis climáticas e focos de calor nos anos de 2009 a 2016 na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns.

Ano	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Velocidade do Vento				0,78 ^{MP}			0,91 ^{FP}	
Isolação Total					-0,89 ^{FN}	-1,0 ^{PN}	-1,0 ^{PN}	
Nebulosidade						0,60 ^{MP}	0,74 ^{MP}	
Precipitação				-0,76 ^{MN}			-0,78 ^{MN}	
Temperatura Máxima				0,85 ^{FP}		0,93 ^{FP}	0,79 ^{MP}	
Umidade Relativa	-0,61 ^{MN}			-0,72 ^{MN}		-0,65 ^{MN}	-0,71 ^{MN}	

^{MP} Moderada Positiva ($0,5 < r < 8,0$); ^{MN} Moderada Negativa ($- 0,5 < r < - 8,0$); ^{FP} Forte Positiva ($0,8 < r < 1,0$); ^{FN} Forte Negativa ($- 0,8 < r < 1,0$) ^{PN} Perfeita Negativa ($r = -1,0$).

DISCUSSÃO

Mediante a análise de densidade de Kernel, foi possível identificar as áreas onde se tem maior intensidade de focos de calor. Que segundo Silva *et al.* (2013) as áreas que são classificadas com densidade muito alta e alta, devem ser averiguadas, pois são consideradas críticas. Para o INPE (2011) um foco indica a existência de calor em um pixel, em que pode significar uma ou várias queimadas distintas e, no entanto, a indicação será de um único ponto. Se a área de queima for extensa, ela será detectada em alguns pixels vizinhos, ou seja, vários focos estarão associados a uma única ocorrência. Estas limitações de informações do satélite indica a necessidade de ações *in loco* para averiguar as indicações de focos de calor.

Observou-se na coleta de dados de focos de calor nos anos monitorados, que o ano de 2015 apresentou as maiores taxas, correspondendo a 19,5% do total de todos os anos monitorados. Segundo Abreu e Souza (2016) isso pode ser justificado devido ao ano ter sido caracterizado como atípico, onde a estação chuvosa foi mais curta, fator esse que favoreceu o fenômeno El Niño que teve início em 2015 e se estendeu até janeiro de 2016, dessa forma favorecendo o risco de incêndios florestais. Segundo O INPE (2011) o El Niño é um fenômeno atmosférico-oceânico caracterizado por um aquecimento anormal das águas superficiais no oceano pacífico Tropical, e que pode afetar o clima regional e global, mudando os padrões de vento a nível mundial, e afetando assim, os regimes de chuvas em regiões tropicais e de latitudes médias. Na literatura, em geral, atribui-se a maior incidência de focos no período seco devido à baixa umidade do ar, ausência de precipitação e as elevadas temperaturas (SOARES & BATISTA, 2007; NUNES *et al.*, 2005).

Estudos realizados no bioma Amazônia (ARAGÃO *et al.*, 2009) afirmam em queimadas recorrentes na região é um processo sazonal que se intensifica durante as estações secas, no

qual existe um sinergismo evidente entre os padrões espaço-temporais das queimadas, como pode ser observado também no presente estudo realizado na RTA onde secas extremas segundo o autor tem a capacidade de alterar os padrões de queimadas na região amazônica, mas, contudo, necessitam estar combinadas a ações antrópicas para que haja ignição.

Já para a correlação dos níveis de desmatamento e número de focos de calor dentro da unidade, supõe-se que a ocorrência de desmatamento, não esteja ligada diretamente ao uso do fogo pelas comunidades tradicionais para a renovação de roçado ou abertura de novas áreas para atividades agropastoris ou, ainda, que os reflexos de ações de desmatamento reflitam posteriormente, em escala temporal, na ocorrência de focos de calor. Por meio da análise gráfica observou-se que o desmatamento dentro da unidade teve sua maior intensidade nos anos de 2009 e 2010, onde logo em seguida houve uma diminuição no seu incremento e se mantendo estável nos anos seguintes, diferente do número de focos de calor onde sua quantidade variou nos anos monitorados, evidenciando sua não relação com o desmatamento.

Segundo Pantoja *et al.* (2005) focos de calor subestimam significativamente o número real de queimadas, sendo que apenas 4% dos focos de calor estão associados ao incêndio florestal. Ainda o mesmo autor, afirma que os incêndios são dificilmente detectados por todos os satélites e enfatiza a necessidade que se tem por novas abordagens para detectar a ocorrências de incêndios florestais. Já o INPE (2010) por sua vez, afirma que uma das grandes dificuldades que se tem é em relação à presença de nuvens nas áreas desflorestadas e nos focos de calor, pois esta variável pode mascarar resultados além do efeito do sombreamento das árvores que podem em menor grau interferir sobre a detecção dos focos em áreas de floresta.

Outro variável a ser analisada foi o número de autorizações para supressão da vegetação ou renovação de áreas para roçado, onde, notou-se que houve um decréscimo nos pedidos de autorização nos últimos dois anos monitorados (2015-2016) o que pode estar associado às limitações e dificuldades na realização de operações de fiscalização por parte do órgão gestor. Este fato pode acentuar a displicência entre os comunitários em proceder com os trâmites para o licenciamento de suas atividades. Aliado a isso, há ainda, fatores de ordem social que podem interferir no número de autorizações, pois estas são realizadas por instituições associativas da unidade e está dinâmica pode ou não funcionar de acordo com a liderança que estiver no comando.

De acordo com Santamaria & Carvalho (2014) afirmam que os dados de supressão da vegetação fornecidos pelos portais de monitoramento, orientam a gestão da RTA quanto à necessidade de readequação das atividades produtivas em diversas regiões da UC, assim como são indicativos dos trabalhos de gestão que visam a implementação de outras práticas (produção

de borracha, castanha e óleos) que não dependem da derrubada de florestas, sempre que realizado esforço de gestão para apoio a cadeia produtiva desses produtos. Os autores também correlacionam os valores dos produtos no mercado local com o número de autorizações de supressão de vegetação da unidade concluindo que sempre que há um aumento no valor dos produtos, no ano seguinte há um acréscimo de áreas suprimidas, como pode ser observado no presente estudo, destacando o ano de 2013 e 2014 que ressalta a conclusão que o autor teve.

Segundo um levantamento realizado para o plano de manejo da unidade em 2009, o mesmo afirma que a produção agrícola é a principal atividade econômica da Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, no entanto, existe uma diferença grande na forma como ela se dá entre as calhas dos rios Arapiuns e Tapajós. O que pode ser observado no presente estudo, em que as comunidade que vivem as margens do rio Tapajós requerem número maior de áreas, isso por que sua produção agrícola é voltada mais para o comércio representando 68% da sua plantação.

Para Schroth *et al.* (2013), a RTA apresenta grande potencial para o reflorestamento, uma vez que antes da sua criação a área sofreu grande impacto pela exploração do recursos madeireiro, onde o mercado de créditos de reflorestamento oferece inúmeras vantagens: (i) No que diz respeito ao longo dos rios Tapajós e Arapiuns, onde a reserva tem extensões de terra que eram desmatadas através da exploração madeireira, agricultura e pastos antes da criação, o crédito de reflorestamento poderia fornecer subsidio para a plantação de espécie nativas; (ii) Para as comunidades da RTA, a venda dos créditos de reflorestamento é uma forma de subsidiar o estabelecimento de florestas plantadas e agroflorestas com espécies madeireiras e não-madeireiras que poderia a longo prazo ser explorada por um plano de manejo sustentável, apoiando assim, uma substituição parcial da agricultura de corte e queima com produtos de árvores produzidas de forma sustentável para a geração de renda; e (iii) Aumento de interesse no reflorestamento, assim podendo criar um mercado externo da reserva para sementes, mudas e polpas.

Já os resultados da análise da correlação simples de Pearson das variáveis climáticas com o número de focos de calor, segundo Araújo *et al.* (2011), quando se realiza observações amostrais das variáveis explicativas, ou suas combinações lineares, são correlacionadas, pode ocorrer a presença de Multicolineraes, onde as variáveis associadas ao estimadores dos coeficientes de trilha podem atingir valores demasiadamente elevados, tornando-os pouco confiáveis. Além disso, as estimativas podem assumir valores absurdos ou te mesmo sem nenhuma coerência com o fenômeno estudado.

Segundo Sachiko (2004) na prática, o coeficiente de Pearson é interpretado como um indicador que descreve a interdependência entre as variáveis X e Y, com a forma $\hat{Y} = \hat{\alpha} + \hat{\beta}X$, onde $\hat{\alpha}$ e $\hat{\beta}$ são constantes. Onde a interpretação do coeficiente quando é igual a 1 ou -1 significa que existe uma correlação linear perfeita positiva ou negativa entre as variáveis estudadas. Como pode ser observado na Tabela 1 nos anos de 2014 e 2015 onde houve uma correlação perfeita negativa entre a Isolação Total com o número de focos de calor.

Para Torres *et al.* (2011) afirma que quando os valores da correlação forem negativos significam que, quanto menor for o valor do elemento climático como no caso da umidade relativa, maiores serão as chances de ocorrências de incêndios. Por outro lado o mesmo autor afirma que quando a correlação for positiva, quanto maior o valor do elemento climático, ou seja, no estudo a temperatura máxima, maior a probabilidade de ocorrências de incêndios.

Segundo Rosan (2017) afirma que as queimadas em áreas com florestas estão associadas aos propagadores de fogo, ou seja, atuação do homem no manejo agrícola, por exemplo, do que aos fatores climáticos como as altas temperaturas e o déficit hídrico nos meses dos anos monitorados. Desse modo, as variáveis climáticas que estão associadas contribuem como um intensificador desses focos de calor em anos mais secos, como ocorreu no ano de 2009 e 2015, tendo como propagador as práticas adotadas pelo homem.

CONCLUSÃO

Conclui-se que o estimador de densidade de Kernel, na análise do comportamento espacial dos focos de calor, teve grande relevância, pois com a aplicação desta ferramenta foi possível obter informações quantitativas sobre a distribuição espacial dos focos na área de estudo e com isso averiguar a existência de áreas críticas no período estudado.

Como os dados de focos de calor nem sempre são indicadores de incêndios e não fornecem informações diretas sobre a extensão da área queimada, apesar de tais produtos representarem bem os aspectos da distribuição espacial e temporal dos incêndios, faz-se necessário realizar o monitoramento e vistoria em campo para validar e relacionar estes focos com a área realmente queimada.

Entender a evolução e o comportamento dos eventos de fogo na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns requer atenção contínua por parte do órgão gestor e das comunidades envolvidas. Uma análise mais criteriosa deve ser feita para tentar identificar um padrão de distribuição mais claro, como por exemplo, sobreposições com mapas temáticos de uso e ocupação, vegetação ou relevo, além de melhorar a detecção destes focos para uma rápida resposta dos órgãos de combate, prevenção e fiscalização.

Considerando a série temporal dos focos de calor mensal nos anos de 2009 a 2016, conclui-se que houve uma crescente no número de focos que pode estar relacionado aos fatores ambientais como: umidade relativa e temperatura máxima, onde a correlação foi forte positiva e fraca negativa. E aos fatores administrativos, no repasse do recurso federal para o órgão gestor, assim limitando as ações de fiscalizações nas áreas solicitadas para o manejo agrícola, uma vez que a logística da RTA torna-se onerosa devido a sua extensão territorial e a quantidade de pessoas no atual quadro de gestão da UC. .

Apesar do fator climatológico ter influência direta sobre a ocorrência de focos de calor e incêndios florestais na RTA há outros elementos que também influenciam esta dinâmica como o número de autorizações para abertura e renovação de roçado, preço dos produtos no mercado local, participação social, gestão da unidade e recursos disponíveis para fiscalização e ações de prevenção.

RECOMENDAÇÕES PARA O MANEJO

É notório que na RTA os focos detectados na unidade é de origem antrópica, sendo necessário estudos mais aprofundados sobre a influência desse fator através de índices de pressão antrópica, de perigo de incêndios, além de analisar aspectos socioeconômicos e demográficos e sua influência sobre os riscos de incêndios.

Com os dados apresentados no trabalho, observou-se a grande importância do monitoramento dos focos de calor na RTA, uma vez que a unidade tem somente acesso por meio fluvial. Porém só o monitoramento dos focos ainda não é suficiente, é necessário a elaboração de mapas de risco de incêndios, bem como a validação dos focos de calor em campo, uma vez que um foco pode representar mais de uma queimada. Atualmente o sensoriamento remoto, aliado aos sistemas de informações geográficas, tornou-se necessário e essencial para a identificação de queimadas florestais, uma vez que possibilita a obtenção de dados precisos e confiáveis.

Considera-se, como contribuições para a redução dos riscos e prevenção de incêndios florestais, a adoção das seguintes ações na RTA: a) monitorar as áreas críticas com ocorrência de focos de calor; b) promover ações de educação ambiental de toda a população existente na unidade, visto que a maioria dos incêndios florestais tem origem antrópica; c) Estimular práticas alternativas ao manejo do fogo na agricultura; d) Fortalecer a atuação do órgão gestor na RTA para a elaboração e execução de Planos de Prevenção de incêndios florestais.

AGRADECIMENTOS

Agradecer a equipe do ICMBio em especial a da Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, que me acolheram na unidade onde tive a oportunidade de aprender muito e executar vários trabalhos científicos. Sem a equipe não seria possível a execução do projeto e ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade- PIBIC/ICMBio, pela oportunidade de executar o trabalho na categoria voluntário.

Aos meus pais, Antônio Carlos Gomes e Aurineide Lima de Sousa, que desde o início me dão apoio e servem como base para a minha vida, assim como meus irmãos Andressa, Bruno e Marcelo.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABREU, F. & SOUZA, J. S. A. **Dinâmica Espaço-temporal de Focos de Calor em Duas Terras Indígenas do Estado de Mato Grosso: uma Abordagem Geoespacial sobre a Dinâmica do Uso do Fogo por Xavantes e Bororos.** *Floresta e Ambiente*, p. 1-10, 2016.

ARAGÃO, L. E. O. C. et. al. **Utilização de Produtos Derivados de Sensores Orbitais para o Estudo de Queimadas na Amazônia.** XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE, Natal, p. 919-925, 2009.

FIEDLER, N.C.; MERLO, D.A.; MEDEIROS, M.B. Ocorrência de Incêndios Florestais no parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, Goiás. **Ciência Florestal**, p. 153-161, 2006.

FIGUEIRA, M. F. **Análise das Práticas do Uso do Fogo na Áreas de Conservação da Amazônia Brasileira – Comunidade da Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns – PA.** Tese (Mestrado em Ciências do Meio Ambiente), Universidade Federal do Pará, Belém, 2014.

GONÇALVES, K. S. S.; CASTRO, H. A; HACON, S.S.; As Queimadas na Região Amazônica e o Adoecimento Respiratório. **Ciência & Saúde Coletiva**, v 17, n. 6, p. 1523-1532, 2012.

HOLDSWORTH, A. R. & UHL, C. Fire in Amazonian selectively logged rain forest and the potential for fire reduction. **Ecological Applications**, v. 7, n 2, p.713-725, 1997.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) - <
http://www.inpe.br/gestao/relatorio_gestao2010.php > Acesso dia 15 de Março de 2017.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) – ROSAN, T. M. **Análise da Associação entre Focos de Calor, Uso e Cobertura do Solo e Déficit Hídrico: Uma Comparação entre ano Normal e ano Seco** - <file:///D:/Artigos/monografia_geoprocessamento.pdf> Acesso dia 15 de Março de 2017.

NUNES, J. R. S. et al. Estimativa da umidade relativa das 13:00 h, com base nos dados das 9:00h e das 15:00 h, para o Estado do Paraná. **Floresta**, v.35, n.2, p.247-258, 2005.

PANTOJA, N.V. et al. **Observações de queimadas no leste do Acre: subsídios para validação de focos de calor derivados de dados de satélites.** Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Goiânia, p. 3215 – 3222, 2005.

Plano de Manejo da Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns Volume 02 - Diagnóstico. Diário Oficial da União - Portaria N° 124, ICMBio 2014, Santarém-PA.

PROJETO SAÚDE EALEGRIA – PSA. **Almanaque da Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns.** CEAPS, 2015.

RIBEIRO, L. **A Pressão Antrópica e os Riscos de Incêndios Florestais no Município de Novo Mundo, Amazônia Mato-Grossense.** Tese (Doutorado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

SANTAMARIA, M. M. & CARVALHO, F. M. **Licenciamento de Roçados, Produção Familiar e Conservação.** I Seminário de Práticas Inovadoras na Gestão de Unidades de Conservação, Brasília, 2014.

SACHIKO, A. L. **Análise de Correlação: Abordagem Teórica e de Construção dos Coeficientes com Aplicações.** Dissertação (Título de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia dos Setores de Ciências Exatas e de Tecnologia), Universidade Federal de Curitiba, 2004.

SCHROTH, G.; MOTA, M. S. Technical and institutional innovation in agroforestry for protected areas management in the Brazilian Amazon: Opportunities and Limitations. **Environmental Management**, Nova York, v. 52, p. 427-440, 2013.

SCHULTZ, Duane P. & SCHULTZ, Sydney Ellen. **História da psicologia moderna.** São Paulo, Edição 16, p. 439, 1992.

SILVA, T. B.; ROCHA, W. S. A. F.; ANGELO, M. F. **Quantificação e Análise espacial dos Focos de Calor no Parque Nacional da Chapada Diamantina.** Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE.

TEBALDI, A. L. et al. **Ações de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais nas Unidades de Conservação estaduais do Espírito Santo.** Floresta e Ambiente, p.538-549, 2013.

TORES, F. T. P. et al. Correlação entre os Elementos Meteorológicos e as Ocorrências de Incêndios Florestais na Área Urbana de Juiz de Fora, MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 35, n. 1, p.143-150, 2011.

TORRES, F. T. P. et al. Mapeamento das Suscetibilidades a Ocorrências de Incêndios em Vegetação na Área Urbana de Ubá-MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.38, n.5, p.811-817, 2014.